

Multi-criteria Decision-making in Urban Planning

Multikriteriální hodnocení v urbanismu

Pavla Kilnarová

Ústav urbanismu, Fakulta architektury, Vysoké učení technické v Brně, Česká republika
xakilnarova@stud.fa.vutbr.cz

ABSTRACT: The review article deals with the use of a multi-criteria decision-making process in urban planning practice as a decision tool in making choices between multiple variations of possible urban development. Various methods are described in relation to the chosen dissertation thesis topic which is assessment of the quality of public spaces. The aim of this article is to choose a specific method applicable to the evaluation of the quality of public spaces in the Central European context based on a description of the various methods, their current uses and the system of calculating.

KEYWORDS: MCDM; AHP; TOPSIS; urbanism; urban planning

ABSTRAKT: Článek se zabývá využitím multikriteriálního rozhodování v urbanistické praxi jako vhodné metody výběru z více variant možného rozvoje měst. Jednotlivé metody jsou popisovány ve vztahu k tématu disertační práce, která se zabývá hodnocením kvality veřejných prostranství. Cílem článku je na základě popisu jednotlivých metod, jejich současného využití a systému výpočtu zvolit konkrétní metodu aplikovatelnou na hodnocení kvality veřejných prostranství ve středoevropském kontextu.

KLÍČOVÁ SLOVA: MCDM; AHP; TOPSIS; urbanismus; územní plánování

Úvod

Za posledních několik desetiletí mnohonásobně vzrostlo využívání multikriteriální rozhodovací analýzy (MultiCriteria Decision Analysis = MCDA) jak v praktickém využití, tak ve vědecké sféře. První signifikantní článek na téma multikriteriální analýzy a multikriteriálního rozhodování byl publikován na konci 70. let 20. století (Zionts, 1979). Původní metody byly postupně vylepšovány a také od této doby vzniklo několik nových metod (Velasquez, 2013).

Tento článek analyzuje některé multikriteriální rozhodovací metody (Multi-Criteria Decision Making = MCDM) a má za cíl ověřit jejich aplikovatelnost při hodnocení kvality veřejných prostranství. Pro lepší představu jsou některé metody prezentovány prostřednictvím uvedených příkladů. Rovněž byly zkoumány ty příklady, které novým způsobem kombinovaly využití jednotlivých metod, a to se zaměřením na městské plánování. V článku jsou prezentovány čtyři různé metody multikriteriálního hodnocení a jejich možné kombinace. Výchozím podkladem pro tento článek byla rešerše dosud publikované literatury provedená prostřednictvím světových plno-textových databází Elsevier, Springer a ScienceDirect, a to na základě výskytu slova „MCDM“ v kombinaci se slovy „urban“, „planning“ a „urbanism“ v názvech článků, abstraktech a klíčových slovech. Jednalo se převážně o články v renomovaných časopisech a příspěvky v konferenčních sbornících popisujících původní výzkum. Dále byly vyhledávány nejvlivnější, resp. nejcitovanější souhrnné články popisující konkrétní metody.

Multi Criteria Decision Methods (MCDM)

Přístupy založené na metodách MCDM jsou hlavními součástmi rozhodovacích teorií a analýz. Metody MCDM vytvářejí rozhodovací proces za předpokladu naplnění několika cílů. Tyto cíle jsou často protichůdné, a proto je vždy výsledkem kompromis. Na podporu rozhodovacích procesů je důraz obvykle kladen na více než jedno kritérium (Belton, 1990). Do rozhodovacího procesu navíc často zasahuje více skupin rozhodovatelů (myšleno specializujících se osob, podléhajících svému rozhodnutí na základě dané metody), kteří mohou mít na věc více různorodých pohledů. Z toho plyne, že sestavení množiny kritérií je rovněž často výsledkem kompromisu. Cílem metod MCDM je pomoci uživatelům poučit se o problémech, kterým čelí, a o vlastních i cizích hodnotových systémech a na základě těchto skutečností zjištěných v kontextu problému je navést na správný další postup. (Abediniangerabi, 2014)

Analytická hierarchie procesů (AHP)

Metoda analytické hierarchie procesů (Analytic Hierarchy Process = AHP) byla poprvé popsána počátkem 80. let (Saaty, 1980). Hlavní charakteristikou této metody je použití párových porovnání, která slouží ke srovnání alternativ s ohledem na různá kritéria a ke stanovení vah těchto kritérií (Loken, 2007). AHP se používá po celém světě v nejrůznějších rozhodovacích situacích v oblastech obchodu, průmyslu, zdravotnictví, vzdělávání či vládního sektoru. Místo aby metoda AHP předepisovala ideální, správné rozhodnutí, pomáhá uživatelům najít takové rozhodnutí, které bude nejlépe vyhovovat jejich potřebám, a především jejich chápání problému. AHP poskytuje komplexní a racionální rámec pro strukturování rozhodovacího problému a pro reprezentaci a kvantifikaci jeho prvků tak, aby směřovaly k celkovému cíli a k vyhodnocení alternativních řešení. Základní postup při aplikaci AHP:

1. tvorba párového srovnání,
2. příprava srovnávací matice,
3. standardizace hodnot matice,
4. kontrola poměrů konzistence a dokončení relativní hodnoty vah.

Autoři jednoho článku (Masel Ullah, 2016) použili AHP na bázi GIS pro vícekritériální rozhodovací model. Článek prezentuje studii, ve které si autoři stanovili čtyři faktory a čtrnáct kritérií. Tato kritéria byla stanovena na základě zkušeností, referencí v literatuře či dle dostupnosti dat. Studie byla provedena na vybrané části města Dháka, které je jedním z nejrychleji rostoucích velkoměst na světě a zároveň hlavním městem Bangladéše. Z výsledku výzkumu vyplývá, že velmi vhodné oblasti (13 %) by měly být použity na městské obytné zóny. Mírně vhodné plochy (35 %) byly označeny jako vhodné ke smíšenému využití prostoru, málo vhodné plochy (42 %) by měly být vyhrazeny pro použití v zemědělství a volné plochy a nevhodné plochy (10 %) by měly být chráněny před jakýmkoli druhem činností vyjma zemědělství. Výzkum se zabýval územním plánováním v regionálním měřítku.

Další článek popisuje proces vyhodnocování alternativ rozvoje území přístavu ve městě Neapol (Naples) z pohledu tří udržitelných pilířů (ekonomického, environmentálního a sociálního) pomocí AHP metody multikritériální analýzy. Autoři (Cavallo, 2015) si zvolili kritéria v každém z těchto pilířů (4–6 kritérií) a z nich identifikovali tři možné alternativy. Dále provedli dotazníkový průzkum v různých cílových skupinách. Dotazník měl charakter porovnávání párových matic z každého pilíře. Z výsledků poté byli schopni vyhodnotit alternativy dle preferencí v žebříčku.

Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)

Tato metoda posuzuje varianty z hlediska jejich vzdálenosti od ideální a bazální varianty. Způsob, který byl původně autory vyvinut (Hwang, 1981), byl autory dále dlouhodobě rozvíjen (Yoon, 1987); (Hwang, 1993). Metoda TOPSIS je založena na konceptu, že nejkratší geometrická (euklidovská) vzdálenost by měla být mezi zvolenou alternativou a pozitivním ideálním řešením a nejdelší geometrická vzdálenost mezi zvolenou alternativou a negativním ideálním řešením. Je to metoda vyrovnávající agregace, kterou porovnáváme sadu alternativ na základě identifikace vah pro každé kritérium, normalizujeme výsledek pro každé kritérium a vypočítáváme geometrické vzdálenosti mezi každou možnou a ideální alternativou, což odpovídá nejlepšímu (resp. nejhoršímu) výsledku pro každé kritérium.

1. Formulace rozhodovací matice o M alternativách a N kritériích.
2. Konstrukce normalizované rozhodovací matice a vážené rozhodovací matice.
3. Následně jsou stanovena ideální a nejméně vhodná (bazální) řešení.
4. Poté je vypočítána relativní vzdálenost od ideálního řešení.

Nejvhodnější alternativa je ta, která se nejvíce blíží ideálnímu řešení a zároveň je nejvíce vzdálena od nejméně vhodného řešení. (Abediniangerabi, 2014)

Aplikací metody TOPSIS v kombinaci s AHP využili autoři článku (Abediniangerabi, 2014) při hodnocení strategického plánu města (City Development Strategy = CDS) v části města Teherán (Írán). Tento typ plánu byl vyhotoven poprvé v roce 1998 a následně jej převzalo více než 140 měst po celém světě. Publikovaný model představoval nejprve rozvržení vztahů mezi kritérii, které představovaly stupně vzájemné závislosti. Následně vytvořili síťovou strukturu kritérií a stanovili váhy kritérií pomocí metody AHP. V dalším kroku byly převedeny strategie do tzv. Likertova měřítka (metoda souhrnných odhadů), které je vhodné pro kvantitativní hodnocení metodou TOPSIS. Váhy kritérií byly užity v metodě TOPSIS a této metody bylo konečně využito i k hodnocení strategií. Celkově bylo hodnoceno 19 strategií pomocí čtyř kritérií a byly číselně vyhodnoceny pozitivní a negativní výsledky.

Byl publikován příspěvek (Önüt, 2008), kde je metodika TOPSIS použita k vyřešení problému výběru lokality pro překladiště komunálního odpadu v Istanbulu v Turecku. Studie řeší 5 alternativ umístění a zohledňuje 5 kritérií. V článku je využito metody TOPSIS k vyřešení výběru lokality, avšak váhy kritérií byly vypočteny pomocí metody AHP.

Další metody

Při studiu příkladů využití metod MCDM v územním plánování bylo nalezeno několik dalších metod, které se již nevyskytovaly se srovnatelnou četností jako dvě předcházející a jsou proto představeny jen krátce. Jedná se o využití fuzzy metod v kombinaci se systémy GIS k určení industriálních zón v území, jak je prezentováno na příkladu města Nakuru v Keni, ve výzkumu (Jiang, 2000). V této studii jsou porovnávány 2 metody fuzzy teorie, a to „Boolean“ a „Weighted Linear Combination“ (WLC). Kontos a kol. (Kontos, 2005) využili k lokalizaci prostoru pro uskladnění komunálního odpadu na ostrově Lemnos v Řecku metody AHP ke stanovení vah kritérií v kombinaci s metodou „Simple Additive Weighting“ (SAW). Raju a Pillai (Raju, 1999) využívají metod PROMETHE a ELECTRE v kombinaci s AHP ke stanovení vhodné polohy pro výstavbu přehrady v povodí řeky Chaliyar v Indii. Metoda ELECTRE byla použita i v práci Moraise a Almeidy (Almeida, 2007) ke stanovení metodiky výběru města vhodného k výstavbě systému zásobování pitnou vodou v rozvojových zemích.

Závěr

V tomto článku byly prověřeny různé metody multikriteriálního rozhodování v aplikaci na obor územního plánování. Na základě uvedených příkladů bylo zjištěno, že ke stanovení stejných cílů bylo využito různých metod při dosažení obdobných výsledků. To dokazuje, že není nutné využít jen jednu metodu, ale že záleží na rozhodovateli, kterou z možných metod využije pro daný účel. Zároveň z článku vyplývá, že existují metody, které by mohly být aplikovatelné na výzkum kvality veřejných prostranství.

Ač je třeba zdůraznit umělecký přístup k navrhování veřejných prostranství, je při hodnocení jejich kvality v čase možné uplatnit exaktní metody, které mohou přinést konkrétní výsledky v porovnávání „živosti“ veřejných prostranství, a tím nastolit směr jejich dalšího vývoje.

Tento článek má jistá omezení. Dosud byly prověřeny pouze elektronické zdroje z výše uvedených databází, avšak do dalšího výzkumu by bylo vhodné provést rešerši knižních titulů a tištěných vědeckých textů. Rovněž by bylo vhodné zaměřit se na lokální podmínky České republiky.

Prameny

- ZIONTS, Stanley. 1979. MCDM: If Not a Roman Numeral, then What? *Interfaces*. 9(4), 94-101. DOI: 0092-2102/79/0904/0094\$01.25.
- VELASQUEZ, Mark a Patrick T. HESTER. 2013. An Analysis of Multi-Criteria Decision Making Methods. *International Journal of Operations Research*. 10(2), 56-66.
- BELTON, Valerie. 1990. Multiple criteria decision analysis-practically the only way to choose. *Operational Research Tutorial Papers*. Birmingham: Operational Research Society, 53-101.
- ABEDINIANGERABI, Bahram, Somaye FATHI, Shirin KAMALIRAD, Hossein JONOSH FARAHANI a Narges SADEGHI GOLSHAN. 2014. The MCDM application in urban planning projects: The CDS project of district 22 of Tehran municipality. *Theoretical and Empirical Researches in Urban Management*. 9(3), 55-69.
- SAATY, T. L. 1980. *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hill. ISBN 0070543712, 9780070543713.
- LOKEN, E. 2007. Use of multi-criteria decision analysis methods for energy planning problems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 11(7), 1584-1595.
- MASEL ULLAH, Kazi a Ali MANSOURIAN. 2016. Evaluation of Land Suitability for Urban Land-Use Planning: Case Study Dhaka City. *Transactions in GIS*. 20(1), 20-37.
- CAVALLO, Bice, Livia D'APUZZO a Massimo SQUILLANTE. 2015. A multi-criteria decision making method for sustainable development of Naples port city-area. *Quality*. 49(4), 1647-1659. DOI: 10.1007/s11135-014-0077-9. ISSN 0033-5177. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1007/s11135-014-0077-9>
- HWANG, Ching-Lai a Kwangsun YOON. 1981. *Lecture notes in economics and mathematical systems: multiple attribute decision making : methods and application*. Berlin, Germany: Springer Verlag. ISBN 978-354-0105-589.
- YOON, Kwangsun. 1987. A Reconciliation Among Discrete Compromise Solutions. *Journal of the Operational Research Society*. 38(3), 277-286. DOI: 10.1057/jors.1987.44. ISSN 0160-5682. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1057/jors.1987.44>
- HWANG, C., Y. LAI a T. LIU. 1993. A New Approach for Multiple Objective Decision Making. *Computers and Operational Research*. 20, 889-899.
- ÖNÜT, Semih a Selin SONER. 2008. Transshipment site selection using the AHP and TOPSIS approaches under fuzzy environment. *Waste Management*. 28(9), 1552-1559. DOI: 10.1016/j.wasman.2007.05.019. ISSN 0956053x. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0956053X07002097>
- JIANG, Hong a J. Ronald EASTMAN. 2000. Application of fuzzy measures in multi-criteria evaluation in GIS. *International Journal of Geographical Information*

- Science. Taylor & Francis, 14(2), 173-184. DOI: 10.1080/136588100240903. ISSN 13658816. Dostupné také z: <http://dx.doi.org/10.1080/136588100240903>
- KONTOS, Themistoklis D., Dimitrios P. KOMILIS a Constantinos P. HALVADAKIS. 2005. Siting MSW landfills with a spatial multiple criteria analysis methodology. *Waste Management*. 25(8), 818-832. DOI: 10.1016/j.wasman.2005.04.002. ISSN 0956053x. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0956053X05001145>
- RAJU, K.S. a C.R.S. PILLAI. 1999. Multicriterion decision making in river basin planning and development. *European Journal of Operational Research*. 112(2), 249-257. Dostupné také z: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0032710005&partnerID=40&md5=56b017d6aa5f736a0cb23f4eb5556c6>
- ALMEIDA, A.T. a D.C. MORAIS. 2007. Water supply system decision making using multicriteria analysis. *Water SA*. 32(2), 229-236.